

Effets de l'imagerie visuelle *versus* kinesthésique sur la rétention et le transfert d'apprentissage d'une habileté motrice fermée chez des enfants de huit à dix ans

Khaled Taktek
Département de Psychologie militaire et
Leadership
Collège militaire royal du Canada

L'effet des stratégies d'entraînement sur l'acquisition des habiletés cognitivo-motrices a occupé une place assez privilégiée chez les intervenants, les chercheurs et les théoriciens en matière d'apprentissage et de performance motrice. Il y a déjà plusieurs années, Gentile avait suggéré deux stratégies différentes d'entraînement, à savoir : a) la reproduction exacte et identique du mouvement (fixation) quand les circonstances environnementales sont prévisibles et fixes tout au long des essais de la pratique physique (habileté fermée); b) la construction de réponses appropriées et variées (diversification) quand les conditions environnementales sont imprévisibles et en changement permanent (habileté ouverte)¹. Contrairement à ces constats théoriques, J. A. Adams prétendait que la pratique

¹ A. M. Gentile, « A working model of skill acquisition with application to teaching ». *Quest*, vol. 17, 1972, p. 3-23.

physique spécifique, organisée dans des conditions environnementales identiques, est la meilleure stratégie d'entraînement pour le rodage du mouvement². Plus spécifiquement, dans sa théorie des boucles fermées, Adams stipulait que l'exécution de n'importe quel mouvement exige la présence de deux traces : la trace perceptive, qui représente un mécanisme de reconnaissance favorisant le contrôle de la précision du mouvement, et la trace mnémonique, qui traduit un mécanisme de rappel permettant la sélection et la production du mouvement.

Par ailleurs, une nouvelle stratégie d'entraînement, qui s'inspire de la psychologie cognitive, peut être explorée dans le domaine des activités physiques et sportives pour le développement cognitif et/ou moteur. Le concept d'imagerie mentale est souvent utilisé pour traduire un processus de représentation, de répétition et de pratiques mentales, voire même d'imagerie motrice³. Elle réfère aux expériences quasi sensorielles ou quasi perceptuelles ainsi qu'aux activités conscientes qui se manifestent sans la présence nécessaire de stimuli externes. Les expériences cognitives produites par l'imagerie mentale et la perception sont similaires et non identiques, car les événements perçus sont souvent susceptibles de transformations sous l'effet des capacités imaginatives de la personne. Ainsi, l'imagerie mentale représente-t-elle une expérience de simulation⁴. Une telle expérience demeure privée et subjective, puisqu'elle

² Voir : J. A. Adams, « A closed-loop theory of motor learning », *Journal of Motor Behavior*, vol. 3, n° 2, 1971, p. 111–150, de même que, du même auteur : « Issues for a closed-loop theory of motor learning » dans *Motor Control : Issues and Trends*, New York, G. E. Stelmach (dir.), Academic Press, p. 87–107.

³ Voir : J. Decety, *Simulation mentale du mouvement : approche neuro-cognitive. Analyse chronométrique d'actions exécutées mentalement et étude du métabolisme cérébral par mesure du débit sanguin cérébral régional*, thèse de doctorat, Lyon I, Université Claude Bernard, 1989; M. Denis, *Image et cognition*, Paris, Presses universitaires de France, 1989; M. Jeannerod, « The representing brain : neural correlates of motor intention and imagery », *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 17, n° 2, 1994, p. 187–245.

⁴ R. S. Weinberg et D. Gould, *Foundations of Sport and Exercise Psychology*, 3rd ed., Human Kinetics, Champaign, Ill., 2003, 586 p..

touche le fonctionnement mental et interne propre au cerveau de chaque personne, mais peut être explicitée par le dessin, le langage, le mouvement, ou par des mesures physiologiques ou neurologiques.

Feltz et Landers relient l'efficacité de l'imagerie mentale, dans l'optimisation de la performance motrice, à trois rôles principaux, à savoir : a) le rôle de l'apprentissage symbolique qui traduit la formation de l'image du mouvement; b) le rôle psychoneuromusculaire qui réfère à l'évocation de contractions musculaires similaires à celles produites lors de la pratique physique réelle; c) le rôle d'éveil – *psyching up* – qui fait allusion à l'état d'alerte provoqué par l'activité musculaire non localisée, suite à la pratique mentale du mouvement⁵.

Dans son Modèle du triple code, Ahsen propose l'ISM (Image-Somatic Response-Meaning; Image-réponse somatique-signification) comme stratégie active d'imagerie mentale pour l'acquisition des habiletés motrices⁶. Dans toute expérience d'imagerie mentale, il y a nécessairement la formation initiale d'une image mentale. Cette dernière permet la reproduction d'une sensation ou la perception d'un événement extrait du monde environnant. Quant à la réponse somatique, elle réfère aux changements neurophysiologiques relatifs aux expériences squelettiques, proprioceptives⁷, aux sensations kinesthésiques ou fonctionnements internes du corps tels que les battements du cœur⁸ et aux réactions affectives et émotionnelles⁹. Finalement, la signification permet à l'organisme d'interpréter l'expérience

⁵ D. L. Feltz et D. M. Landers, « The effects of mental practice on motor skill learning and performance : a meta-analysis », *Journal of Sport Psychology*, vol. 5, n° 1, 1983, p. 25–27.

⁶ Voir : A. Ahsen, « ISM : The Triple Code Model for imagery and psychophysiology », *Journal of Mental Imagery*, vol. 8, n° 4, 1984, p. 15–42 et, du même auteur : « Imagery in sports, general performance and executive excellence », *Journal of Mental Imagery*, vol. 25, n°s 3 et 4, 2001, p. 1–46.

⁷ A. Ahsen, « The Triple Code... », p. 36.

⁸ L. J. Dagnall, « Alvoeiro's experimental work on Ahsen's Triple Code Model (ISM) : active mental practice approach », *Journal of Mental Imagery*, vol. 26, n°s 1 et 2, 2002, p. 139–174.

⁹ A. Ahsen, « Imagery in sports... », p. 1–46. Voir aussi les textes de

d'imagerie, notamment sa relation avec les images visuelles ou le milieu environnant, par six variations reliant l'Image (I), la réponse Somatique (S) et la Signification (Meaning : M). La variation la plus simple et la plus commune survient sous la forme ISM, qui sous-entend que la formation d'une image visuelle est, tout d'abord, suivie par une réponse somatique et, ensuite, par une signification. D'autres variations peuvent se manifester sous la forme de IMS, MIS, MSI, SIM et SMI¹⁰.

Plusieurs considèrent l'imagerie mentale comme un moyen de mémorisation. En étudiant l'effet de l'imagerie sur la mémorisation d'une tâche de poursuite chez des étudiants, Kohl, Ellis et Roenke¹¹ (expérience 1) ont observé que les performances de rétention obtenues par les participants du groupe de pratique physique (PP) furent équivalentes à celles des participants du groupe de pratique physique combinée à l'imagerie mentale (PPIM), tout en étant significativement supérieure à celles des participants du groupe de pratique physique combinée au repos (PPR) ou d'imagerie mentale tout court (IM). Finalement, les performances de ces deux derniers groupes furent équivalentes, mais chacune était significativement supérieure à celles réalisées par les participants du groupe contrôle, C. Les auteurs croient que les mécanismes partagés par la PP et l'imagerie mentale, suite à une réponse donnée, demeurent à un niveau supérieur du système nerveux central. Toutefois, l'activation des mécanismes périphériques ne se manifeste que lors de la PP. Afin d'atténuer ces mécanismes, ils suggèrent l'utilisation du bras controlatéral lors de la phase de rétention. Ainsi, ils

J. Hochman, « Ahsen's image psychology », *Journal of Mental Imagery*, vol. 18, n^{os} 3 et 4, 1994, p. 1-118; « Where is the body? Revisiting Ahsen's Triple Code ISM Model and dynamic imagery », *Journal of Mental Imagery*, vol. 26, n^{os} 1 et 2, 2002, p. 54-60; « Ahsen's Triple Code Model of dynamic imagery and mindbody connection in contemporary psychology », *Journal of Mental Imagery*, vol. 26, n^{os} 1 et 2, 2002, p. 111-138.

¹⁰ Pour plus de détails, voir : A. Ahsen, « The Triple Code... », p. 36;

J. Hochman, « Ahsen's Triple Code Model of dynamic... », p. 111-138.

¹¹ R. M. Kohl, S. D. Ellis et D. L. Roenker, « Alternating actual and imagery practice : preliminary theoretical considerations », *Research Quarterly for Exercise and Sport*, vol. 63, n^o 2, 1992, p. 162-170.

ont entrepris une deuxième étude, identique à la première, sauf que les participants ont utilisé le bras dominant (droit) pendant la phase de pratique et le bras non dominant (gauche) pendant la phase de rétention. Les résultats révèlent que les participants du groupe de PPIM furent significativement plus performants que ceux des autres groupes. Les performances des participants des groupes de PP et IM furent équivalentes, mais significativement supérieures à celles des groupes de PPR et de C. Ces résultats confirment donc les propositions de Kohl *et al.* (expérience 2) selon lesquelles l'utilisation du bras controlatéral diminue la différence entre la PP et l'imagerie, par la réduction de la spécificité des mécanismes périphériques activés lors des phases de pratique et de rétention, dans le cas de la PP. Par ailleurs, Schmidt¹² suggère l'utilisation du bras non dominant et le recours à une tâche de transfert similaire à celle utilisée lors de la phase de pratique, plutôt que le transfert de bras.

Bien que la majorité des chercheurs reconnaissent l'effet bénéfique de l'imagerie mentale sur l'acquisition des habiletés cognitivo-motrices, les paramètres par lesquels cette imagerie est manipulée n'ont pas toujours fait l'unanimité. Plusieurs études distinguent l'imagerie kinesthésique de l'imagerie visuelle. Alors que la première forme d'imagerie favorise la représentation des composantes neurophysiologiques (sensation musculaire, proprioception, émotion, affection, etc.) et temporelles (rythme, vitesse, durée), la seconde permet l'évocation des composantes spatiales (visualisation de l'espace, de la grandeur, de l'amplitude ou de la forme du mouvement, etc.). En utilisant une tâche motrice fermée, tel que le service au tennis, Féry et Morizot¹³, ont découvert que l'imagerie kinesthésique est plus efficace que l'imagerie visuelle quand l'accent est mis sur le paramètre temps ou durée du mouvement. Cela s'explique par le fait que cette tâche exige la perception du corps

¹² R. A. Schmidt, « A schema theory of discrete motor skill learning », *Psychological Review*, vol. 82, n° 4, 1975, p. 225-260.

¹³ Y.-A. Féry et P. Morizot, « Kinesthetic and visual image in modeling closed motor skills : The example of the tennis serve », *Perceptual and Motor Skills*, vol. 90, 2000, p. 707-722

pour générer la force nécessaire à l'exécution du mouvement. De façon plus détaillée, Féry établit que l'imagerie visuelle est plus efficace que l'imagerie kinesthésique quand il s'agit de la reproduction d'une forme (dessin) et que c'est tout à fait l'inverse en ce qui concerne la reproduction d'une tâche engageant le paramètre temps ou la coordination des deux mains. Ces résultats pourraient être rattachés à l'hypothèse d'enchaînement (*chaining hypothesis*) selon laquelle une « chaîne de mouvements est séquentiellement ordonnée et temporellement calculée par les variations respectives dans les sensations produites. La durée d'un mouvement sera considérée correcte quand la rétroaction (*feedback*) sensorielle produit diminue de façon draconienne. Cette diminution déclenche le mouvement suivant, et ainsi de suite jusqu'à ce que la phase ultime de déchargement régularise l'assaut de la partie finale du mouvement »¹⁴.

En se basant sur la distinction faite par Mahoney et Avenier¹⁵ entre l'imagerie en perspectives interne et externe, Hardy ainsi que Hardy et Callow¹⁶ croient que l'imagerie en perspective externe s'impose quand la tâche dépend de la reproduction d'une forme, puisqu'elle permet au participant de « voir » les positions précises et les mouvements exigés pour la performance. Par contre, dans le cas des habiletés ouvertes (perceptives), l'imagerie en perspective interne permet au participant d'évoquer mentalement les localisations spatiales, les conditions environnementales et le temps approprié pour amorcer

¹⁴ Y.-A. Féry, « Differentiating visual and kinesthetic imagery in mental practice », *Canadian Journal of Experimental Psychology*, vol. 57, n° 1, 2003, p. 7-8 (traduction libre).

¹⁵ M.-J. Mahoney et M. Avenier, « Psychology of the elite athlete : an exploratory study », *Cognitive Therapy and Research*, vol. 1, n° 2, 1997, p. 135-141.

¹⁶ L. Hardy, « The Coleman Roberts Griffith address : three myths about applied consultancy work », *Journal of Applied Sport Psychology*, vol. 9, 1997, p. 277-294; L. Hardy et N. Callow, « Efficacy of external and internal visual imagery perspectives for the enhancement of performance on tasks in which form is important », *Journal of Sport & Exercise Psychology*, vol. 21, 1999, p. 95-112.

les mouvements. Pour Hardy, l'imagerie kinesthésique ne doit, en aucun cas, être confondue avec l'imagerie en perspective interne, et elle devrait améliorer la performance de l'imagerie en perspective interne ou externe, compte tenu du fait qu'elle permet de conférer aux images visuelles la sensation des mouvements et le temps opportun pour leur exécution. Plus loin, Hardy suggère de combiner l'imagerie kinesthésique avec l'imagerie en perspective externe, quand la tâche met l'accent sur la forme ou l'apparence du corps (*body shape*)¹⁷, et d'associer l'imagerie kinesthésique à l'imagerie en perspective interne, quand il s'agit d'une tâche simple au cours de laquelle le calcul du temps de réponse relatif aux signaux externes prime.

D'autres chercheurs se sont intéressés aux composantes visuelles et kinesthésiques du point de vue des capacités individuelles en imagerie plutôt que des caractéristiques de la tâche. En fonction de leurs aptitudes à évoquer des scènes, des objets ou des mouvements, les participants peuvent être classés comme étant hautement ou faiblement *imageants*. Alors que les participants hautement *imageants* parviennent à utiliser l'imagerie pour mieux guider leurs réponses motrices, ceux faiblement *imageants* éprouvent de la difficulté à en tirer profit dans l'apprentissage moteur. Taktek, Salmoni et Rigal¹⁸, par exemple, ont étudié les effets de l'imagerie mentale sur l'apprentissage et le transfert d'une tâche motrice discrète chez des enfants de huit à dix ans. Au tout début de l'expérimentation, les participants ont répondu au *Questionnaire de la vivacité de l'image du mouvement (QVIM)* de Fournier, LeCren, Monnier et Halliwell¹⁹. La tâche expérimentale consistait à pousser une voiture miniature pendant un temps de mouvement déterminé à l'avance. On mesura les performances en termes de temps

¹⁷ L. Hardy, « The Coleman Roberts Griffith address... », p. 290.

¹⁸ K. Taktek, A. Salmoni et A. Rigal, « The effects of mental imagery on the learning and transfer of a discrete motor task by young children », *Journal of Mental Imagery*, vol. 28, n^{os} 3 et 4, 2004, p. 37-70.

¹⁹ J. Fournier, F. Le Cren, E. Monnier et W. R. Halliwell, *Validation et adaptation en langue française du Questionnaire de clarté de l'image du mouvement*, Communication présentée dans le cadre du Congrès international de la psychologie du sport, Poitiers, 1994.

et de distance (EA) pendant différentes phases d'expérimentation, à savoir : le prétest, le traitement, le posttest et le transfert. Les résultats n'ont révélé aucune relation entre les scores obtenus au QVIM et les performances motrices, ce qui permet ainsi de conclure : soit que cette tâche ne dépend pas de la capacité d'imagerie des participants, soit que le QVIM n'est pas valide auprès des enfants de cet âge. Par conséquent, il faut le modifier afin de l'adapter à cette catégorie d'âge. Par ailleurs, Hall, Buckolz et Fishburne²⁰ rapportent que les performances obtenues de la part de participants hautement *imageants*, lors du rappel de mouvements simples, ne dépassent pas celles des participants faiblement *imageants*. Toutefois, la reproduction de ces mouvements s'avère plus précise chez les participants hautement *imageants*.

Linn et Peterson²¹, Harshman et Paivio²², ainsi que Price²³, relient la capacité d'imagerie au sexe des participants. Ainsi distinguent-ils les capacités d'imagerie statique (évocation d'objets stationnaires et fixes) des capacités d'imagerie dynamique (évocation d'actions en mouvement, en transformation ou en rotation). Dans une méta-analyse de 172 études traitant de capacités spatiales, Linn et Peterson²⁴ rapportent que les hommes sont plus performants que les femmes dans des activités telles que la rotation mentale. Cependant, les différences entre les sexes s'atténuent quand il s'agit de mesures relatives à la perception spatiale (sans transformation). Sur la base du IDQ,

²⁰ C. R. Hall, E. Buckolz et G. J. Fishburne, « Searching for a relationship between imagery ability and memory of movements », *Journal of Human Movement Studies*, vol. 17, 1989, p. 89–100.

²¹ M. C. Linn et A. C. Peterson, « Emergence and characterization of sex differences in spatial ability. A meta-analysis », *Child Development*, vol. 56, 1985, p. 1479–1498

²² R. A. Harshman et A. Paivio, « Paradox sex differences in self-reported imagery », *Canadian Journal of Psychology*, vol. 41, 1987, p. 287–302.

²³ B. Price, *Asymmetries in the Perception of Biological Motion*, Master Thesis. University of Western Ontario, London, 1987.

²⁴ M. C. Linn et A. C. Peterson, A. C., « Emergence and characterization... ».

questionnaire pour mesurer les différences individuelles en imagerie, en habitudes verbales et en habiletés, Harshman et Paivio, pour leur part, affirment que les femmes approuvent des énoncés qui correspondent à des images statiques, alors que les hommes approuvent ceux représentant des images dynamiques (mouvements, transformations ou réorganisations d'informations imagées). En étudiant la différence entre les deux sexes dans une tâche de reconnaissance de patrons de mouvements (par exemple, la marche) représentés par un affichage de points lumineux, Price remarque que les hommes sont plus précis que les femmes dans la perception des mouvements biologiques. Toutefois, la performance des deux sexes devient égale quand il s'agit d'une perception statique²⁵.

Les objectifs principaux de la présente étude consistent à : a) comparer les effets de l'imagerie mentale combinée à la pratique physique et à la pratique physique spécifique sur la rétention et du transfert d'apprentissage d'une habileté motrice fermée; b) déterminer l'imagerie mentale (visuelle *versus* kinesthésique) qui a le plus d'impact sur la rétention et la réalisation d'une habileté motrice de transfert; c) comparer les capacités d'imagerie des garçons et des filles lors de l'exécution d'une habileté motrice fermée; d) vérifier l'effet de la vivacité de l'image du mouvement sur la performance motrice.

À la lumière de la recension des écrits mentionnés ci-dessus, voici les hypothèses de notre étude : a) l'imagerie mentale, combinée à la pratique physique, permettra d'obtenir, lors de la rétention et le transfert d'apprentissage, des performances supérieures à celles de chacune des autres conditions; b) l'imagerie kinesthésique, combinée à la pratique physique, produira les meilleures performances de rétention et de transfert; c) les garçons produiront, lors de l'exécution d'une habileté motrice fermée, des performances plus élevées que celles des filles; d) les

²⁵ Pour plus de détails, voir : A. Paivio et J. M. Clark, « Static *versus* dynamic imagery », dans C. Cornoldi et M. A. McDaniel (dir.), *Imagery and cognition*, New York, Springer-Verlag, 1990, p 221–245; S. M. Kosslyn, J. A. Margolis, A. M. Barret et E. J. Goldknopf, « Age differences in imagery abilities », *Child Development*, vol. 61, 1990, p. 995–1010.

enfants hautement *imageants* obtiendront de meilleures performances que celles des enfants faiblement *imageants*.

Méthode

Participants

Quatre-vingt-seize élèves ont participé à cette étude. Ils proviennent de trois écoles primaires : Saint-Denis, Saint-Étienne (Conseil scolaire du district catholique du Nouvel-Ontario) et Jeanne-Sauvé (Conseil scolaire du district du Grand Nord de l'Ontario). Leur âge variait entre huit et dix ans. Cette catégorie d'âge constitue un horizon favorable pour la formation des images mentales. Les participants n'avaient aucun handicap physique ou sensoriel. Sur la base du test de latéralité d'Oldfield²⁶, on les identifia tous comme droitiers. Leur participation était volontaire, non gratifiée et approuvée par les parents.

Répartis en six groupes expérimentaux afin de neutraliser les effets de la variable sexe sur l'acquisition des habiletés motrices, chaque groupe était composé de huit filles et de huit garçons. La capacité d'imagerie était homogène entre les groupes.

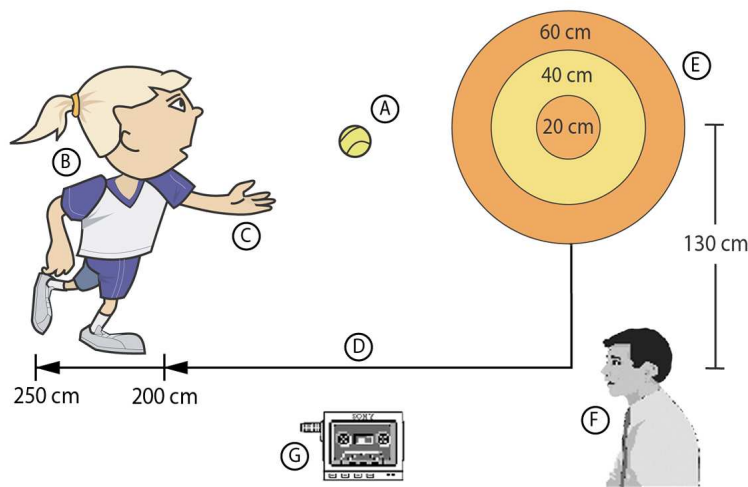
Tâche expérimentale

L'expérience avait lieu dans un gymnase. Le participant devait lancer, par dessous et de la main gauche (main non dominante) une balle vers une cible (voir la figure 1). Avant d'exécuter son lancer, le participant connaissait la nature de la tâche expérimentale et la consigne relative à son groupe d'appartenance. Il devait se placer debout, derrière une ligne tracée au sol, à 200 cm de la cible qui était, en fait, un grand papier collé au mur, sur lequel on avait dessiné, avec un stylo feutre de couleur noir mat, trois cercles concentriques de diamètres différents : 20, 40 et 60 cm. Le centre de la cible se situait à

²⁶ R. C. Oldfield, « The assessment and analysis of handedness : the Edinburgh inventory », *Neuropsychologia*, vol. 9, 1971, p. 97–113.

130 cm de hauteur. Six de ces cibles étaient à 200 cm d'intervalle l'une de l'autre. Plusieurs participants exécutaient ainsi leurs lancers en même temps. Les participants recevaient les consignes d'imagerie, préenregistrées, par un magnétophone de marque SONY.

Figure 1
Matériel expérimental de l'étude



- A : balle de tennis ou de caoutchouc (50 g ou 150 g)
- B : sujet expérimental
- C : main gauche
- D : distance de lancer
- E : cible composée de cercles concentriques
- F : expérimentateur
- G : magnétophone de modèle SONY

Questionnaire sur la vivacité de l'image du mouvement (QVIM).

Après avoir passé le test de latéralité d'Oldfield, chaque participant répondait individuellement et dans un lieu calme au QVIM. Ce questionnaire, initialement élaboré par Isaac,

Marks et Russel²⁷ a été traduit en français, adapté et validé par Fournier, Le Cren, Monnier et Halliwell²⁸. Chaque participant devait mesurer la vivacité (clarté) de l'image évoquée par 24 mouvements, sur une échelle de Likert en cinq points. Dans un premier temps, il devait imaginer quelqu'un faisant chacun des mouvements proposés (imagerie en perspective externe) et, dans un second temps, s'imaginer lui-même faisant ces mouvements (imagerie en perspective interne). Le score d'imagerie variait de 0 à 120 pour chacune des perspectives interne et externe (soit un total de 240 points). Plus le score était élevé, plus haute était la vivacité de l'image du mouvement.

Phases de l'expérimentation

Tel que recommandé par plusieurs chercheurs, les principales phases expérimentales de la présente étude furent le prétest, le traitement, le posttest et le transfert.

Phase du prétest

Chacun des participants lançait cinq fois, par dessous, une balle de tennis jaune pesant 50 g, vers une cible située à 200 cm.

²⁷ A. Isaac, D. F. Marks et D. G. Russell, « An instrument for assessing imagery of mouvement : the Vividness of Mouvement Imagery Questionnaire (VMIQ) », *Journal of Mental Imagery*, vol. 10, 1986, p. 23-30.

²⁸ J. Fournier, F. Le Cren, E. Monnier, et W. R. Halliwell, *Validation et adaptation en langue française...*

Tableau 1
Caractéristiques des conditions expérimentales
(prétest, traitement, posttest et transfert)
pour chacun des groupes

QL	QVIM	Repos Groupes	Phases expérimentales			
			15 min.	30 min.	15 min.	
			Prétest	Traitement	Posttest	Transfert
X	X	GPPS	Idem	BdT de 50 g d=200 cm 20 essais de PP	Idem	Idem
X	X	GIV	Idem	BdT de 50 g d=200 cm 20 essais d'IV	Idem	Idem
X	X	GIK	Idem	BdT de 50 g d=200 cm 20 essais d'IK	Idem	Idem

suite sur la page suivante ...

... suite de la page précédente

QL	QVIM	Repos Groupes	Phases expérimentales			
			Prétest	Traitement	Posttest	Transfert
X	X	GIVP	BdT de 50 g d=200 cm 5 essais PP	BdT de 50 g d=200 cm 10 essais de PP et 10 essais d'IV	BdT de 50 g d=200 cm 5 essais PP	BdC de 50 g d=250cm 5 essais PP
X	X	GIKPP	Idem	BdT de 50 g d=200 cm 10 essais d'IV et 10 essais d'IK	Idem	Idem
X	X	GC	Idem	Ne fait rien 0 essai sur la tâche expérimentale	Idem	Idem

Note : d=distance, BdT=Balle de tennis, BdC=Balle de caoutchouc, QL = Questionnaire sur la latéralité ; QVIM = Questionnaire sur la vivacité de l'image du mouvement ; GIVPP = groupe d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique ; GIV = groupe d'imagerie visuelle ; GIKPP = groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique ; GIK = groupe d'imagerie kinesthésique ; GC = groupe de contrôle ; GPPS = groupe de pratique physique spécifique.

Phase du traitement et conditions expérimentales

Les participants du groupe soumis à la condition de pratique physique spécifique (GPPS) lançaient la balle de tennis 20 fois, par dessous. Le poids de cette balle et la distance cible étaient identiques à ceux du prétest.

Les participants exposés aux deux conditions d'imagerie visuelle et kinesthésique lançaient 20 fois la balle de tennis, par dessous, en pratique mentale. Les participants du groupe d'imagerie visuelle (GIV) avaient reçu la consigne d'imagerie suivante :

*Prends la balle dans ta main gauche. Ferme tes yeux. **Imagine** comme il faut le déplacement de la balle de tennis vers le centre de la cible située à 200 cm. Ouvre les yeux à la fin du mouvement.*

Quant aux participants du groupe d'imagerie kinesthésique (GIK), la consigne d'imagerie était :

*Prends la balle de tennis dans ta main gauche. Ferme les yeux. **Ressens** comme il faut la force dans les muscles de ta main gauche pour lancer la balle de tennis de 50 g. Ouvre les yeux à la fin du mouvement.*

Les participants des groupes soumis aux conditions d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP) et ceux soumis à l'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) ont lancé 20 fois, par dessous, une balle de tennis, à raison de dix essais en pratique physique et de dix essais en pratique mentale. Les lancers en pratique physique étaient identiques à ceux de la condition GPPS et les lancers en pratique mentale étaient identiques à la condition d'imagerie visuelle ou kinesthésique, selon qu'il s'agissait de la condition GIVPP ou GIKPP.

Phase du posttest

Pour le posttest, chacun des participants des différents groupes expérimentaux a lancé cinq fois la balle en suivant les mêmes consignes. Toutes les conditions étaient identiques.

Phase du transfert

Chacun des participants des différents groupes expérimentaux a lancé cinq fois une balle de caoutchouc de 150 g vers une cible située à 250 cm.

Procédure

Les participants étaient informés de la manière dont leurs performances seraient testées et du nombre d'essais à effectuer lors de chacune des phases expérimentales. L'expérimentateur avait bien expliqué le mouvement du lancer par dessous, avait répondu à toutes les questions et avait même fait une démonstration. Dans la condition de pratique physique, les participants avaient lancé leur balle au signal donné par l'expérimentateur. En revanche, dans la condition d'imagerie, chaque participant avait fermé ses yeux, pris la balle dans sa main gauche et imaginé ou ressenti le mouvement réel du lancer par dessous. Après chaque lancer, les participants allaient chercher leur balle et inscrivaient le nombre de points correspondant à leur lancer, sur un papier placé à leur droite.

Dans chacune des conditions d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP) et d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP), les pratiques physique et mentale alternaient après chaque essai. Au tout début de l'expérience, chaque participant avait droit à deux essais afin de se familiariser avec la tâche à accomplir. Après chaque lancer, le participant avait droit à une période de repos de dix secondes afin de recevoir de la rétroaction sur le résultat de son lancer (nombre de points), d'inscrire son résultat et de se préparer pour l'essai subséquent. Afin d'éviter l'effet de la fatigue, une période de repos de 20 secondes était accordée après chaque série de cinq lancers. Finalement, une période d'approximativement 15, 30 ou 15 minutes séparait le prétest du traitement, le traitement du posttest, le posttest du transfert. Chaque participant exécuta 35 lancers (répartis en 5, 20, 5 et 5 lancers) pendant le prétest, le traitement, le posttest et le test de transfert.

Variables

Variables indépendantes

Voici les variables indépendantes intergroupes dont on a tenu compte : les conditions expérimentales relatives aux groupes de pratique physique (GPPS), d'imagerie visuelle (GIV), d'imagerie kinesthésique (GIK), d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP), d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) et de contrôle (GC) ainsi que le sexe des participants. Quant aux variables indépendantes intragroupes, il s'agit de la phase du traitement, des blocs d'essais (blocs 1 à 4) et des phases d'expérimentation (prétest, posttest et test de transfert).

Variables dépendantes.

Les variables dépendantes sont le nombre de points lors des lancers par dessous et le score obtenu au *Questionnaire de la vivacité de l'image du mouvement* (QVIM).

Mesure et analyses statistiques

Afin de faciliter les comparaisons entre les résultats des six conditions expérimentales, le nombre de points obtenus, lors des 20 essais de la phase du traitement, a été calculé d'après les moyennes de quatre blocs de cinq essais successifs chacun, soit le bloc 1 (moyenne 1-5), le bloc 2 (moyenne 6-10), le bloc 3 (moyenne 11-15) et le bloc 4 (moyenne 16-20)²⁹.

Les analyses de variance (ANOVA et MANOVA) ont pris la forme suivante : 6 (GPPS, GIV, GIK, GIVPP, GIKPP, GC) \times 2 (garçon *versus* fille) \times 4 (blocs 1 à 4), avec mesures répétées pour le dernier facteur. Quant aux comparaisons des performances motrices obtenues lors des phases du prétest, du posttest et du transfert, elles ont été traitées par des analyses de la variances (ANOVA et MANOVA) appliquées au nombre de points. Ces analyses ont pris les formes suivantes : 6 (GPPS, GIV, GIK, GIVPP et GIKPP) \times 2 (garçon *versus* fille) \times 3 (prétest, posttest et transfert), avec des mesures répétées pour

²⁹ K. Taktek, A. Salmoni et R. Rigal, « The effects of mental imagery on the learning ... »

le dernier facteur. Par ailleurs, le lien entre la vivacité (clarté) de l'image du mouvement et les performances motrices fut mesuré par des coefficients de corrélation calculés entre les scores obtenus par chaque participant au QVIM (perspectives externe et interne) et ses moyennes de performances motrices (nombre de points) réalisées lors des phases du prétest, du traitement, du posttest et du transfert.

Les quatre principaux prérequis de l'analyse de la variance (la normalité et l'indépendance des observations, l'homogénéité des variances des groupes et la sphéricité) ont été respectés. Pour toutes les comparaisons *a posteriori* des moyennes³⁰, on utilisa la technique suggérée par Sidak³¹.

Résultats

Analyse des résultats obtenus par les participants lors de la phase du traitement

Les résultats apparaissent aux figures 2 et 3.

Une seule interaction double est significative, soit blocs d'essais \times groupes, $F(6, 82) = 3,115$, $p < 0,01$. Seuls les effets principaux des blocs d'essais et des groupes sont significatifs : $F(3, 40) = 7,683$ et $F(2, 42) = 24,768$, les deux $p < 0,001$.

L'analyse des effets simples reliés à l'interaction double des blocs d'essais \times groupes démontre que, d'une part, les différences entre les performances (nombre de points) obtenues par les participants des différents groupes expérimentaux, lors de la phase du traitement, furent significatives, peu importe le numéro du bloc d'essais (1, 2, 3 ou 4), respectivement : $F(2, 42) = 7,076$, $p < 0,005$; $F(2, 42) = 37,589$, $p < 0,001$; $F(2, 42) = 6,129$, $p \leq 0,005$ et $F(2, 42) = 19,223$, $p < 0,001$.

³⁰ *Ibid.*

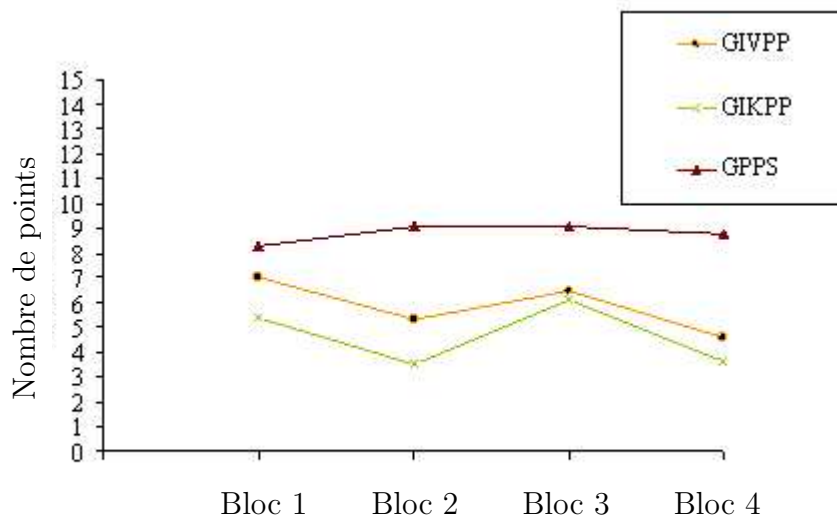
³¹ J. C. Hsu, *Multiple Comparisons : Theory and Methods*. Suffolk, St Edmundsbury Press, Chapman & Hall, 1996, p. 160; SPSS. *SPSS version 11.0 for Windows : brief guide*, New Jersey, Prince Hall Inc., Simon & Schuster, A Viacom Company, New Jersey, 2001.

D'autre part, les différences entre les performances relatives aux numéros des blocs d'essais furent seulement significatives quand il s'agissait des groupes d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP), $F(3, 40) = 6,025$, $p < 0,005$ et d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP), $F(3, 40) = 7,665$, $p < 0,001$.

Les comparaisons *a posteriori* des moyennes appliquées aux niveaux des variables blocs d'essais et groupes révèlent que : a) lors du bloc d'essais 1, les performances obtenues par le groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) furent significativement inférieures à celles obtenues par le groupe de pratique physique spécifique (GPPS, $p < 0,005$); b) lors du bloc d'essais 2, les performances du groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) furent significativement inférieures à celles de chacun des groupes d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP, $p < 0,05$) et de pratique physique spécifique (GPPS, $p < 0,001$). De plus, les performances obtenues par ce dernier groupe (GPPS) furent significativement plus élevées que celles du groupe d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP, $p < 0,001$); c) lors de chacun des blocs d'essais 3 et 4, les performances du groupe d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP) ou d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) furent significativement inférieures à celles du groupe de pratique physique spécifique (les deux $p < 0,001$). En outre, les performances du groupe d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP), lors du bloc d'essais 4 furent significativement moins élevées que celles de chacun des blocs d'essais 1 ($p \leq 0,001$) et 3 ($p < 0,05$). Les performances du groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP), lors de chacun des blocs d'essais 2 et 4 furent significativement inférieures à celles du bloc d'essais 1 (les deux $p < 0,05$) ou 3 ($p \leq 0,001$ et $p < 0,005$) (voir la figure 2).

Figure 2

Nombre de points obtenus lors des différents blocs d'essais



GIVPP = groupe d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique

GIKPP = groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique

GPPS = groupe de pratique physique spécifique

Analyses des résultats obtenus par les participants lors des différentes phases d'expérimentation (prétest, posttest et transfert)

L'interaction double phase d'expérimentation \times groupes est significative : $F(10, 168) = 6,338$, $p < 0,001$. Seuls les facteurs principaux phase d'expérimentation et groupes sont significatifs : $F(2, 83) = 20,718$ et $F(5, 84) = 7,924$, les deux $p < 0,001$. L'analyse des effets simples associés à l'interaction double démontre que, d'une part, les différences entre les performances obtenues par les participants des six groupes furent significatives seulement lors de chacune des phases du posttest, $F(5, 84) = 11,084$, et du transfert, $F(5, 84) = 10,355$ (les deux $p < 0,001$). D'autre part, les différences entre les performances lors des phases d'expérimentation furent significatives, quel que

soit le groupe d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP), d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP), d'imagerie kinesthésique (GIK), de contrôle (GC) et de pratique physique spécifique (GPPS) : $F(2, 83) = 14,019$; $F(2, 83) = 9,847$; $F(2, 83) = 4,579$; $F(2, 83) = 9,066$ et $F(2, 83) = 16,784$, ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,05$ et $p < 0,001$).

Les comparaisons *a posteriori* des moyennes révèlent que :

a) lors de la phase du posttest, les performances de chacun des groupes d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) et d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP) furent supérieures significativement à celles du groupe d'imagerie visuelle (GIV) ($p < 0,005$ et $p < 0,001$ respectivement) ou de contrôle (GC) (les deux $p < 0,001$). De plus, les performances de ce dernier groupe (GC) furent significativement inférieures à celles du groupe d'imagerie kinesthésique (GIK, $p < 0,05$) et de pratique physique spécifique (GPPS, $p \leq 0,001$);

b) lors de la phase du transfert, les performances des groupes d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) et d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP) furent supérieures de façon significative à celles du groupe de contrôle (GC) (les deux $p < 0,001$) ou de pratique physique spécifique (GPPS) ($p < 0,001$ et $p \leq 0,001$, respectivement). Les performances du groupe de contrôle (GC) furent significativement inférieures à celles du groupe d'imagerie kinesthésique (GIK, $p < 0,005$). De plus, les performances du groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique furent significativement plus élevées que celles du groupe d'imagerie visuelle (GIV) ($p < 0,05$). En outre, lors de la phase du posttest, les performances des groupes d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP), d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP), d'imagerie kinesthésique (IK) et de pratique physique spécifique (GPPS) furent significativement supérieures à celles de la phase du prétest ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,05$ et $p < 0,05$ respectivement). Lors de la phase de transfert, les performances

du groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) furent significativement plus élevées que celles de la phase du prétest ($p < 0,01$). Toutefois, lors de cette dernière phase, les performances des groupes de pratique physique spécifique (GPPS) et de contrôle (GC) furent significativement supérieures à celles obtenues lors de la phase du transfert ($p < 0,005$ et $p < 0,001$ respectivement). Finalement, lors de la phase du posttest, les performances de chacun des groupes d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP), de contrôle (GC) et de pratique physique spécifique (GPPS) furent significativement plus élevées que celles obtenues lors de la phase du transfert ($p < 0,05$, $p < 0,05$ et $p < 0,001$ respectivement) (voir la figure 3).

Analyse des relations entre la capacité d'imagerie et la performance motrice

Les coefficients de corrélation entre les scores obtenus par les participants hautement et faiblement *imageants* au QVIM et leur performance (nombre de points) lors de chacune des phases du prétest, du traitement, du posttest et du transfert sont presque nuls. Les seules corrélations significatives sont entre les deux niveaux de la variable capacité d'imagerie, soit entre l'imagerie en perspective externe et l'imagerie en perspective interne ($r = 0,844$).

Interprétation des résultats

Comparaison des groupes expérimentaux lors de la phase du traitement

En général, les performances (nombre de points) obtenues par les participants du groupe de pratique physique spécifique (GPPS) furent significativement supérieures à celles des participants de chacun des groupes d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) et d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique (GIVPP, à l'exception des performances équivalentes lors du bloc d'essais).

Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que chacune des conditions d'imagerie combinée à la pratique physique (GIKPP et GIVPP) exige que le participant change de réponse après chaque essai. Cela ne permet ni de corriger immédiatement l'erreur de l'essai précédent, ni de consolider une réponse adéquate. Par contre, la condition de pratique physique spécifique donne la chance au participant de développer une relation plus forte entre les réponses motrices. Autrement dit, les participants de chacun des groupes d'imagerie combinée à la pratique physique (GIKPP et GIVPP) ont probablement trouvé de la difficulté à surmonter « l'interférence contextuelle » causée par l'alternance entre la pratique physique réelle et mentale. D'ailleurs, l'amélioration des performances, lors des différents blocs d'essais de la phase du traitement, par les participants du groupe de pratique spécifique (GPPS) est demeurée stable entre les blocs d'essais. En revanche, chez les participants de chacun des groupes d'imagerie combinée à la pratique physique (GIKPP et GIVPP), les performances furent instables et se sont même dégradées à la fin de la phase du traitement (bloc d'essais 4).

Selon la théorie des boucles fermées d'Adams³², la pratique physique spécifique augmente la précision de la rétroaction qui, à son tour permet la consolidation de la trace perceptive responsable de la correction du mouvement. Par contre, quand la pratique physique est associée à une autre forme de pratique (telle que l'imagerie mentale), la rétroaction ressentie n'est pas forcément la même d'un essai à un autre, ce qui ne permet pas à la trace perceptive de gagner de la rigueur et d'améliorer la précision du mouvement³³.

³² J. A. Adams, « A closed-loop theory of... »; du même auteur : « Issues for a closed-loop theory. . . . »

³³ Pour plus de détails, voir : J. A. Adams, *Revue historique et critique de la recherche sur l'apprentissage, la rétention et le transfert des habiletés motrices*, traduit par J. Dupuis et L. Garreau, Paris, Éditions Revue EP. S, dossier n° 13, 1992, 54 p.; de même que K. Taktek et J. Hochman, « Ahsen Triple Code Model as a solution to some persistent problems within Adams' closed loop theory and Schmidt's motor schema theory », *Journal of Mental Imagery*, vol. 28, n°s 1 et 2, 2004, p. 115–157.

En mesurant six variables relatives au système nerveux autonome (SNA) dans trois conditions de pratique de tirs de précision (concentration préalable au tir, pratique physique et d'imagerie), Deschaumes-Molinaro, Dittmar et Vernet-Maury³⁴ rapportent des résultats équivalents. Ils en concluent que l'imagerie représente une forme de concentration. Compte tenu des résultats de notre étude, les conclusions de ces chercheurs nous placent devant l'alternative suivante : soit que l'alternance entre la pratique physique et mentale (dans le cas du GIKPP ou GIVPP) fut probablement une source de distraction (ce qui n'a pas permis aux participants d'améliorer la précision de leurs mouvements entre les blocs d'essais), soit que les participants de chacun des groupes d'imagerie combinée à la pratique physique (GIKPP et GIVPP) étaient tellement concentrés sur la tâche motrice proposée qu'ils avaient fini par être mentalement fatigués, ce qui a causé une baisse de leurs performances, particulièrement à la fin de la session d'entraînement, lors du bloc d'essais 4.

En somme, l'imagerie mentale, combinée à la pratique physique (GIKPP et GIVPP), n'a pas permis d'obtenir, lors de la phase du traitement, des performances équivalentes ou supérieures à celles de la pratique physique spécifique (GPPS). Ces résultats pourraient s'expliquer par les principaux facteurs suivants : l'interférence contextuelle causée par l'alternance, à chaque essai, entre la pratique physique et mentale; l'affaiblissement de la trace perceptive responsable de la correction du mouvement causée par la combinaison de la pratique physique à une autre forme de pratique, notamment l'imagerie mentale; et finalement, la fatigue cognitive causée par l'imagerie mentale proposée pour la moitié des essais de la phase du traitement. Dans la prochaine section, nous vérifierons jusqu'à quel point les résultats obtenus lors de la phase du traitement sont généralisables pour les phases de rétention et de transfert.

³⁴ C. Deschaumes-Molinaro, A. Dittmar et E. Vernet-Maury, « Relationship between mental imagery and sporting performance », *Behavioral Brain Research*, vol. 45, 1991, p. 29–36.

Comparaisons des groupes expérimentaux lors de la phase de rétention et du transfert

Les interactions entre les phases d'expérimentation et les groupes expérimentaux montrent que, lors de la phase du pré-test, les performances des participants des différents groupes s'équivalent, ce qui confirme l'homogénéité de leur niveau d'habileté motrice initial³⁵. D'autre part, les performances, lors du posttest, de chacun des groupes d'imagerie (GIKPP, GIVPP, GIK et GIV) équivalent à celles du groupe de la pratique physique spécifique (GPPS). Ces résultats témoignent de l'efficacité de l'imagerie mentale et confirment son rôle de rétention dans le domaine de l'apprentissage moteur. Étant donné que les performances de chacun des groupes d'imagerie mentale combinée à la pratique physique (CIKPP, GIVPP) n'étaient pas supérieures à celles des autres groupes expérimentaux (notamment les groupes GPPS et GIK), notre première hypothèse se trouve infirmée.

Les résultats, lors du transfert, révèlent que les performances des groupes d'imagerie combinée à la pratique physique (GIKPP et GIVPP) furent significativement plus élevées que celles du groupe de pratique physique spécifique (GPPS) ou de contrôle (GC). Cela pourrait être relié au fait que chacun des groupes d'imagerie combinée à la pratique physique (GIVPP et GIKPP) a permis à ses participants d'expérimenter, lors du traitement, deux stratégies d'apprentissage moteur en alternant, à chaque essai, entre la pratique physique spécifique et l'imagerie mentale. Si cette explication est plausible, pourquoi alors l'imagerie mentale combinée à la pratique physique

³⁵ J. Decety et G. Mick, « Représentation mentale du mouvement et performance motrice : approche neuro-cognitive et intérêt pratique », dans J. Decety (dir.), *Simulation mentale du mouvement : approche neuro-cognitive. Analyse chronométrique d'actions exécutées mentalement et étude du métabolisme cérébral par mesure du débit sanguin cérébral régional*, Thèse de doctorat. Lyon I, Université Claude Bernard, 1989, p. 68-98; K. Taktek, *Stratégies pédagogiques et apprentissage d'une tâche motrice chez des enfants de huit à dix ans*. Thèse de doctorat : Université du Québec à Montréal, 2000; K. Taktek, A. Salmoni et R. Rigal, « The effects of mental imagery... ».

(GIVPP ou GIKPP) n'a-t-elle pas produit de meilleures performances d'apprentissage (lors de la phase du traitement ou de rétention)?

Dans sa théorie du schéma moteur, Schmidt³⁶ soutient que la pratique physique variable permet d'obtenir, lors de la phase du traitement, des performances moins élevées que la pratique physique spécifique, mais de meilleures performances lors de la phase subséquente de transfert. Selon cet auteur, cela s'explique par le fait que la pratique physique variable permet la formation d'un schéma moteur général et flexible qui possède un meilleur potentiel d'adaptation lors des transferts. C'est ce qui s'est probablement produit dans le cas de chacun des groupes d'imagerie mentale combinée à la pratique physique (GIKPP et GIVPP). Autrement dit, ces derniers groupes ont permis à leurs participants de développer un schéma moteur assez flexible pour contrecarrer le changement survenu, lors du transfert, dans les paramètres force et espace (150 g et 250 cm). Les études traitant de l'effet de l'imagerie mentale *versus* la pratique physique spécifique sur la performance motrice ont rarement comparé les groupes expérimentaux sur une tâche de transfert similaire à celle pratiquée lors du prétest.

Les résultats de cette étude montrent aussi que les groupes d'imagerie mentale produisent les mêmes performances de rétention et de transfert, et ce, que la consigne d'imagerie soit orientée vers la composante kinesthésique ou visuelle (GIK = GIV et GIKPP = GIVPP). Ces résultats ne semblent pas corroborer ceux d'autres chercheurs³⁷. La raison principale en est

³⁶ R. A. Schmidt, « A schema theory... ».

³⁷ Parmi ces auteurs, mentionnons : N. Chevalier, M. Denis et J. Boucher, « Imagerie visuelle et imagerie kinesthésique dans l'apprentissage d'un mouvement : étude exploratoire », dans D. A. Vom Hofe et R. Simonnet (dir.), *Recherches en psychologie du sport*. Issy-Les-Moulineaux, Établissement d'application psychotechnique, 1987, p. 54-59; Y.-A. Féry, « Differentiating visual and kinesthetic imagery in mental practice », *Canadian Journal of Experimental Psychology*, vol. 57, n° 1, 2003, p. 1-10; Y.-A. Féry et P. Morizot, « Kinesthetic and visual image... »; L. Hardy, et N. Callow, « Efficacy of external and internal visual imagery perspectives for the enhancement of performance on tasks in which form

que les paramètres engagés par notre étude diffèrent de ceux des autres recherches. Féry, ainsi que Féry et Morizot, par exemple, pensent que l'imagerie kinesthésique est plus efficace que l'imagerie visuelle quand la tâche engage le paramètre du temps, la durée du mouvement ou la coordination des deux mains, et que c'est tout à fait l'inverse quand il s'agit de la reproduction d'une forme (dessin). Dans notre étude, la tâche expérimentale exige un mouvement de coordination d'une seule main (lancer un objet vers une cible) plutôt que la reproduction d'une forme. De plus, les consignes d'imagerie kinesthésique (GIK et GIKPP) et visuelle (GIV et GIVPP) semblent mettre l'accent sur la force nécessaire pour lancer (« *Ressens* comme il faut, la force dans les muscles de ta main gauche pour lancer la balle de tennis de 50 g ») ou le déplacement (vitesse) de l'objet (« *Imagine* comme il faut le déplacement de la balle de tennis vers le centre de la cible située à 200 cm »). Ainsi, l'équivalence des consignes d'imagerie kinesthésique et visuelle pourrait être expliquée par le fait que ces consignes reposent sur des paramètres similaires de la tâche motrice et qu'elles mettent l'accent sur « la perception du corps comme producteur de la force (ou la vitesse) nécessaire à l'exécution du mouvement³⁸ ». Comme l'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) n'a pas toujours reflété les meilleures performances, la deuxième hypothèse de la présente étude se trouve infirmée.

L'équivalence et/ou la supériorité des performances de chacun des groupes d'imagerie (GIV, GIK, GIVPP et GIKPP), comparativement à celles du groupe de pratique physique spécifique (GPPS), pourraient s'expliquer par trois facteurs que Feltz et Landers³⁹ considèrent comme les rôles principaux de l'imagerie mentale, à savoir : le rôle de l'apprentissage symbolique relatif à la formation du schéma moteur approprié pour la tâche de lancer; le rôle psychoneuromusculaire qui sous-entend

is important », *Journal of Sport and Exercise Psychology*, vol. 21, 1999, p. 95-112.

³⁸ Y.-A. Féry et P. Morizot, « Kinesthetic and visual image... ».

³⁹ D. L. Feltz et D. M. Landers, « The effects of mental... ».

la sollicitation des mécanismes neuraux et les contractions musculaires du bras utilisé pour lancer, surtout dans le cas des groupes d'imagerie kinesthésique (GIK et KIKPP); et le rôle d'éveil qui correspond au degré d'attention exigé pour atteindre le centre de la cible. Bien que ces rôles n'aient pas été évidents à court terme, notamment lors de la phase du traitement, ils ont pu se manifester à long terme, particulièrement lors des phases de rétention et de transfert.

À la lumière du Modèle du triple code⁴⁰, le degré de rétention et de transfert des groupes d'imagerie (GIV, GIK, GIVPP et GIKPP) pourraient s'expliquer par l'acronyme ISM : Image-réponse Somatique-Signification (Meaning). En effet, aussitôt les consignes d'imagerie transmises aux participants, les trois facteurs ISM se sont engagés. Tout d'abord, chaque élève semble avoir mobilisé son attention pour se former une image claire et vive de son bras en train de lancer la balle vers la cible. À cette étape, qualifiée de phase « symbolique »⁴¹, « cognitive »⁴² ou « verbo-motrice »⁴³, le participant est censé reproduire une image mentale assez conforme à l'image perceptive du mouvement. Ensuite, la consigne d'imagerie kinesthésique ou visuelle semble provoquer une réponse Somatique (S), mettant l'accent sur les changements psychophysiologiques et/ou neuropsychologiques du corps. Par exemple, la consigne d'imagerie kinesthésique provoque des contractions musculaires permettant à l'élève de recevoir de la rétroaction concernant la magnitude et la localisation exactes de ces contractions. Quant à la consigne d'imagerie visuelle, elle sollicite les images stockées dans la mémoire à long terme, permettant au participant de les rappeler afin d'ajuster son lancer par rapport à la distance qui le sépare de la cible. Finalement, sur la base des résultats anticipés de la réponse motrice ou des conséquences sensorielles désirées, le participant semble accorder une signification (Meaning) à son expérience d'imagerie.

⁴⁰ A. Ahsen, « ISM : The Triple Code Model for imagery... ».

⁴¹ D. L. Feltz et D. M. Landers, « The effects of mental... ».

⁴² A. M. Gentile, « A working model of skill acquisition... ».

⁴³ J. A. Adams, « A closed-loop theory of motor learning... ».

L'amélioration significative des performances des groupes d'imagerie (GIKPP, GIVPP et GIK) ainsi que de pratique physique spécifique (GPPS), lors du posttest, par rapport à celles du prétest, montrent que ces participants ont accédé aux paramètres espace et/ou force de leurs mouvements et ont réussi à consolider le schéma moteur nécessaire pour l'exécution d'une habileté motrice identique à celle pratiquée auparavant (lors du prétest). Cela n'a toutefois pas été le cas pour les participants des groupes d'imagerie visuelle (GIV) et de contrôle (GC) où les performances entre les phases du prétest et du posttest s'équivalent.

Par ailleurs, lors du transfert, seuls les participants du groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique (GIKPP) ont pu significativement améliorer leurs performances par rapport à la phase initiale du prétest. Ce résultat témoigne, encore une fois, du fait que ces participants ont réussi à développer un schéma moteur général et flexible répondant aux caractéristiques désignées par la théorie du schéma moteur. Cela n'a pas été le cas pour les groupes de pratique physique spécifique (GPPS) et de contrôle (GC) dont les performances, lors du transfert, ont été moins élevées que lors du prétest. En ce qui concerne la performance du groupe de contrôle, il est assez évident qu'elle est la conséquence de l'absence de pratique lors de la phase du traitement. Finalement, la performance du groupe de pratique spécifique (GPPS) indique que cette forme de pratique a favorisé la consolidation du schéma moteur, le rendant assez spécialisé pour l'apprentissage d'un mouvement identique à celui pratiqué auparavant, mais assez rigide pour s'adapter à de nouvelles circonstances spatiales et dynamiques.

Comme le spécifie le protocole expérimental de notre recherche, les paramètres (espace et force) du mouvement proposé, lors de la phase du transfert, aux participants des différents groupes expérimentaux ont été respectivement plus long (250 cm) et plus lourd (150 g) que lors de la phase du prétest ou du posttest (200 cm et 50 g). Ainsi, les performances significativement moins élevées, lors du transfert, par rapport à celles du posttest, pourraient être la conséquence de l'augmentation

de la distance et du poids. Autrement dit, les participants de chacun des groupes (GIVPP, GC et GPPS) ont mieux réussi à établir des rapports entre la distance, le poids et la force de poussée lorsque la distance était courte et le poids léger plutôt que le contraire.

Effets du sexe des participants sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète et réalisation d'une tâche motrice de transfert

La variable sexe n'a révélé aucune différence significative dans les performances lors des différentes phases d'expérimentation. Ces résultats infirment notre troisième hypothèse selon laquelle les garçons obtiendraient des résultats supérieurs à ceux des filles. La tâche expérimentale reposait sur des capacités d'imagerie dynamique plutôt que statique, car les principaux paramètres, force et espace, étaient reliés au mouvement. Nos résultats vont donc à l'encontre des constats de Linn et Peterson, de Harshman et Paivio ainsi que de Price⁴⁴.

L'absence d'amélioration significative dans les performances des garçons comme des filles lors du posttest et/ou du transfert, comparativement à la phase initiale du prétest, prouve que les uns comme les autres n'ont pas accédé, lors de la phase du traitement, aux paramètres espace et force du schéma moteur. Autrement dit, ils n'ont pas réussi à pallier la haute interférence contextuelle causée par le contrôle simultané de la précision au niveau de la distance et celle au niveau de la force lors de leurs lancer. Il est également possible que les combinaisons des résultats obtenus par les divers groupes expérimentaux aient camouflé les différences probables entre les participants des deux sexes.

Effets de la capacité d'imagerie sur l'apprentissage d'une tâche motrice discrète

Nos résultats révèlent qu'il n'y a aucune corrélation entre les scores obtenus par les participants hautement et faiblement

⁴⁴ M. C. Linn et A. C. Peterson, « Emergence and characterization of sex differences... »; R. A. Harshman et A. Paivio, « 'Paradox' sex differences... », B. Price, *Asymmetries in the perception...*

imageants au QVIM et leurs performances motrices. Cela infirme la quatrième hypothèse qui stipule que des enfants hautement *imageants* auraient de meilleures performances motrices; ces résultats corroborent cependant ceux de Corlett, Anton, Kozub et Tardif ainsi que ceux de Taktek, Salmoni et Rigal⁴⁵. Ces auteurs expliquent cette différence en mettant en cause la validité des questionnaires utilisés pour évaluer la capacité d'imagerie. À cela, s'ajoutent la complexité de l'échelle de mesure du QVIM [24 items évalués sur cinq points pour chacune des composantes d'imagerie (en perspective interne et en perspective externe)], la longueur de la procédure du QVIM (75-85 minutes), source d'ennui et de distraction, le manque de familiarité des enfants avec la procédure du QVIM et, en dernier lieu, la subjectivité de l'évaluation de la clarté de ses propres images du mouvement en réponse aux 24 énoncés du QVIM. Nous croyons que le QVIM devrait être adapté au niveau des enfants de huit à dix ans.

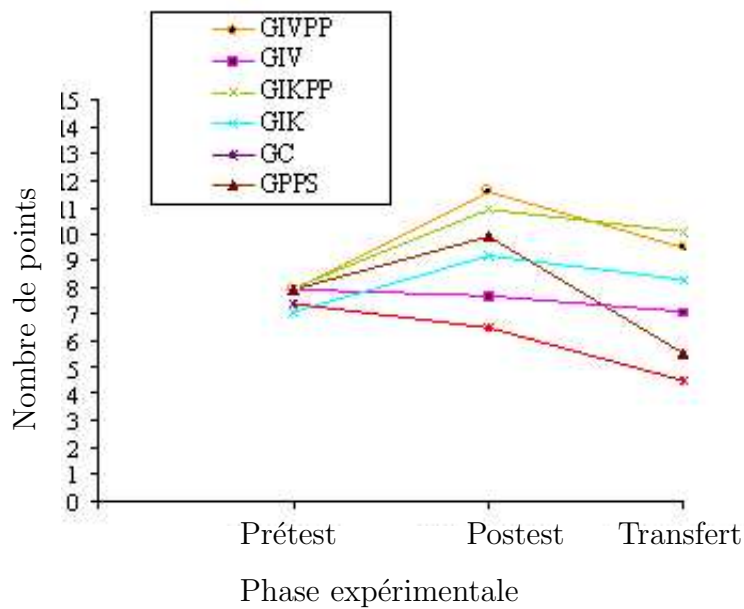
* * *

D'autres études devraient être amorcées afin de mieux identifier les caractéristiques de chacune des composantes d'imagerie (kinesthésique et visuelle) et d'explorer leurs effets dans des conditions réelles d'apprentissage moteur, notamment lors de situations tactiques de jeu mettant l'apprenant en interaction concomitante avec ses pairs, ses adversaires ainsi que les circonstances spatio-temporelles et dynamiques d'un environnement en changement perpétuel.

⁴⁵ J. T. Corlett, J. Anton, S. Kozub et M. Tardif, « Is locomotor distance estimation guided by visual imagery? », *Perceptual and Motor Skills*, vol. 69, 1989, p. 1267-1272; K. Taktek, A. Salmoni et A. Rigal, « The effects of mental imagery ... »

Figure 3

Nombre de points obtenus lors des différentes phases



GIVPP = groupe d'imagerie visuelle combinée à la pratique physique

GIV = groupe d'imagerie visuelle

GIKPP = groupe d'imagerie kinesthésique combinée à la pratique physique

GIK = groupe d'imagerie kinesthésique

GC = groupe de contrôle

GPPS = groupe de pratique physique spécifique